

SECTORIZACIÓN TERRITORIAL DE LOS AVISOS DE CALOR EMITIDOS POR EL SERVEI METEOROLÒGIC DE CATALUNYA. APLICACIÓN DE UN ANÁLISIS EN COMPONENTES PRINCIPALES A LA TEMPERATURA MÁXIMA DIARIA

Juan Carlos PEÑA RABADÁN^{1,2} y José M. RASO NADAL¹

¹Grupo de Climatología. Universitat de Barcelona

²Servei Meteorològic de Catalunya. Departament de Medi Ambient i Habitatge.

Generalitat de Catalunya

jpena@meteocat.com, raso@ub.edu

RESUMEN

La propuesta metodológica para una sectorización territorial de Catalunya, en base al percentil 98 de la temperatura máxima diaria para JJA, muestra como los mejores resultados se han conseguido a partir de la rotación Equamax y la retención de factores por el método de la raíz latente para aquellos autovalores por encima de 0,7. El ensayo de la rotación Varimax ha demostrado que produce una subestimación de los factores utilizando el método de la raíz latente para la retención de los componentes, y una alta variabilidad de las cargas factoriales dentro de cada factor.

Palabras-Clave: Análisis Componentes Principales, Equamax, Varimax, Autovalores.

ABSTRACT

The methodological proposal for a territorial sectorization of Catalonia, based on the 98 percentile of the maximum daily temperature for JJA, illustrates how the best results are obtained from the rotation Equamax and retention factors by the method of latent root for those eigenvalues above 0.7. The test Varimax rotation has been demonstrated to produce an sub-estimation of the factors using the method of latent root for the retention of the components, and high variability of the factor loadings within each factor.

Key words: Principal Component Analysis, Equamax, Varimax, Eigenvalues.

1. INTRODUCCIÓN

El reciente y actual interés en el estudio de las relaciones entre las condiciones atmosféricas y la salud, es paralelo con el dispensado a las previsiones del incremento general de las temperaturas en el planeta, con el denominado *cambio climático*. Es obvio que, si unas condiciones extremas de un clima supuesto, nunca realmente estable, son susceptibles de provocar graves quebrantos a la salud humana, un incremento de las temperaturas debería comportar una intensificación de estos daños. Ante tal eventualidad, se impone la necesidad de abundar en un mejor conocimiento de los impactos del tiempo y el clima en el organismo humano, que facilite la toma de decisiones a la hora de plantear una minimización de las

posibles consecuencias de los episodios atmosféricos extremos, sobre todo si se cumplen los más severos pronósticos de cambio climático.

Los efectos de la ola de calor del verano de 2003, contribuyó a una concienciación social a partir de la cual, diversos organismos públicos financiaron estudios y pusieron en marcha mecanismos de lucha. Las elevadas temperaturas a las que llegó Europa tuvieron un efecto en el aumento de mortalidad en diferentes países, incluido el nuestro. En Catalunya, durante los días del 3 al 16 de agosto, en que las temperaturas máximas llegaron a 35 °C de media, se superaron en un 53% los valores de mortalidad comparados con los registrados durante las mismas semanas del año 2002. Con estos antecedentes, durante el año 2004, se puso en marcha por primera vez el Plan de actuación para prevenir los efectos de la Ola de Calor sobre la Salud (POCS). Entre los objetivos del plan se encuentra el predecir con la máxima antelación que permitan los medios técnicos, las posibles situaciones meteorológicas de riesgo. Por esta razón, el *Servei Meteorològic de Catalunya* (SMC) y el *Departament de Salut de la Generalitat de Catalunya* elaboraron un estudio con el objetivo de mejorar los umbrales de aviso de Situación Meteorológica de Riesgo (SMR). El trabajo se basó en la relación entre la temperatura máxima diaria y la mortalidad, con la finalidad de objetivar al máximo los umbrales de aviso, intentar encontrar una relación entre estos umbrales y las consecuencias del calor en la salud, y determinar una sectorización territorial de Catalunya como marco para realizar los avisos. Se concluyó que, existe una relación entre la temperatura alta y el agravamiento de las afecciones sensibles al calor; que esta relación tiene su punto de inflexión en el percentil 98 de las temperaturas máximas diarias; y que las consecuencias sobre la salud son diferentes si la temperatura extrema es puntual de un día o es persistente durante un periodo. Estos conceptos se reflejaron en los niveles de los umbrales de calor.

El presente trabajo contribuye a tal estudio al proponer una sectorización territorial de Catalunya a partir del percentil 98 de la temperatura máxima diaria de los meses de verano, que contemple las particularidades geográficas y climáticas que caracterizan el territorio catalán, y que sirva de marco de actuación a los avisos de SMR emitidos por el SMC.

2. BASE DE DATOS

La base de datos escogida para dar respuesta al objetivo definido es la construida a partir de las medidas registradas por las Estaciones Meteorológicas Automáticas (EMA) gestionadas por el SMC. Se ha utilizado la temperatura máxima diaria para los meses de junio, julio y agosto (JJA) para aquellas estaciones que tengan el menor número de datos faltantes entre los años 2000 y 2007, periodo que si bien no da el mínimo requerido para considerarlo como climáticamente representativo, si que presenta una alta variabilidad, al contar con el año 2003 como verano extremadamente cálido, y el verano de 2002 como frío. De las 160 EMA's que en estos momentos gestiona el SMC, 110 cumplen con el requisito requerido.

Del conjunto de la muestra y para ser coherente con el umbral de aviso utilizado por el SMR, se va a analizar el subconjunto definido por el percentil 98, de tal manera que se trabajará con aquellos días que al menos una EMA haya superado el umbral definido. Este umbral queda justificado al ser el punto de inflexión en las temperaturas máximas diarias por un agravamiento de la mortalidad estival, tal como se refleja en el POCS, y queda evidenciado en la figura 1. Se ha relacionado las temperaturas máximas diarias de la estación Barcelona-Can

Bruixa y el número diario de difuntos para la ciudad de Barcelona, entre los años 1990 y 2004 y para el período JJA. Se ha realizado un ajuste a partir de un suavizador no paramétrico *lowess*, Regresión Local Ponderada (CLEVELAND, 1979) con un *span* (λ) de 0,1. La figura muestra como el punto de inflexión de mayor relevancia se produce en torno a los 33 °C, percentil 98 para la muestra analizada.

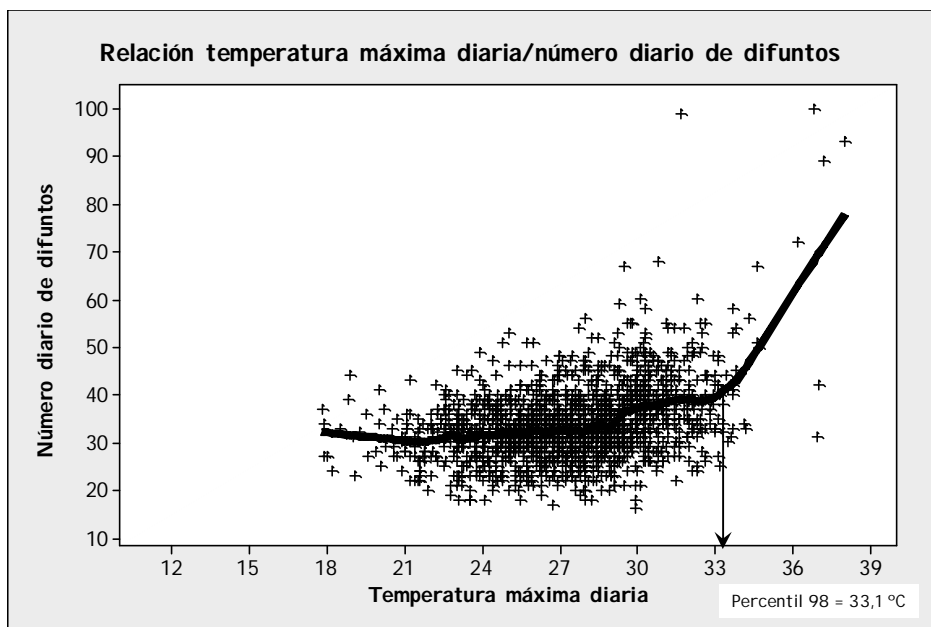


Figura 1: Relación temperatura máxima diaria de la estación de Can Bruixa y el número diario de difuntos para JJA y en el periodo 1990-2004

3. METODOLOGÍA

La metodología escogida ha de contemplar la supuesta variabilidad climática que caracteriza el territorio catalán. Por esta razón, para la sectorización territorial de Catalunya a partir del percentil 98 de la temperatura máxima diaria de JJA, se ha utilizado un modelo basado en la estadística multivariante, de tal manera que permita la explicación de la información original de forma sintética mediante una reducción de la dimensión, explique el mayor porcentaje de variabilidad posible y que la solución obtenida sea fácilmente interpretable. Se ha elaborado una estructura metodológica desarrollada en tres fases:

- *Relleno de huecos*: cálculo de la matriz de correlaciones, a partir de la que se escogerán las mejores correlaciones entre las EMA y se construirá un modelo de regresión lineal para cada estación, que, a su vez, se utilizará para el relleno de datos faltantes.
- *Análisis exploratorio*: con el objetivo de resumir la mayoría de la información original (varianza) en una cantidad mínima de factores, se ha aplicado un Análisis en Componentes Principales (PCA) en S-mode y usando la matriz de correlaciones, donde las EMA se insertan en las columnas y los 155 días analizados en las filas. Se ha utilizado para

determinar la validación del modelo escogido, el número de factores a extraer y la comunalidad de las variables.

- *Análisis confirmatorio*: siempre que el análisis anterior sea satisfactorio, se rotarán los factores para una más fácil interpretación de los resultados. Se van a evaluar las diferencias entre dos tipos de rotaciones de origen ortogonal: la Varimax (KAISER, 1958), que hace énfasis en la simplificación de las columnas o factores de la matriz de factores con el fin de satisfacer la sencillez de la interpretación, maximizándose la suma de varianzas de los cuadrados de las cargas factoriales de cada factor; y la Equamax, que es una combinación de la anterior rotación y la Quartimax (que incide en la simplificación de las filas), por lo que minimiza tanto el número de variables que tienen carga factorial alta con un factor como el número de componentes necesarios para explicar la variable.

4. RESULTADOS

4.1. Relleno de huecos

El modelo de regresión lineal ha resultado satisfactorio para el relleno de datos faltantes. La matriz de correlaciones muestra como cada EMA tiene al menos otra con la que el coeficiente de correlación es mayor a 0,8. Los peores coeficientes se presentan en las zonas más despobladas de estaciones, espacialmente en el Pirineo, donde la estación del Pont de Suert en la comarca de la Alta Ribagorça, tiene un coeficiente de correlación de 0,81 con Vielha e Mijaran, EMA situada en la comarca de la Val d'Aran. Por el contrario, las correlaciones más altas aparecen en la plana de Lleida y cuadrante nord-este de Catalunya, zonas que por motivos agronómicos están densamente pobladas de estaciones. De esta manera, cabe destacar el par de EMA's formado por Albesa y Algerri, ambas a la comarca de la Noguera, con un coeficiente de correlación de 0,993.

Se han rellenado 2601 huecos y destacar que al principio del análisis, de las 110 series utilizadas, 38 estaban completas, 62 tenían menos de un 10% de huecos, y tan solo 10 estaban por encima de este umbral, de las que cabe destacar Sasseuva (2.200 m) ubicada a la comarca de la Val d'Aran con un 29,9% de datos faltantes.

4.2. Análisis exploratorio

4.2.a. Validación del modelo

Para determinar la conveniencia de la aplicación del modelo, se ha analizado la matriz de correlaciones y se ha aplicado el contraste de esfericidad de Barlett y la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

- La matriz de correlaciones debe presentar un número sustancial de correlaciones mayor a 0,3. Este requisito es satisfecho de manera holgada como ya se ha visto en el subapartado anterior.
- La prueba de esfericidad de Barlett contrasta que el determinante de la matriz de correlaciones sea diferente a 1. El contraste se basa en el rechazo de la hipótesis nula, que se define como:

H_0 : matriz de correlaciones = matriz identidad

Si se rechaza ($p < 0,05$), se acepta el modelo.

La tabla 1 identifica el rechazo de la hipótesis nula con un adecuado nivel de significación ($p < 0,05$), que permite considerar la existencia de covarianza sistemática entre variables y, en consecuencia, la validación del modelo.

- El índice KMO varía entre 0,5 y 1, denotando valores próximos a este umbral máximo que la adecuación del modelo es bueno. La tabla 1 identifica que el elevado valor del índice ($> 0,95$) refleja una notable proporción de varianza común entre variables, demostrando que es posible reducir la dimensionalidad de la matriz.

| KMO and Bartlett's Test | | |
|--|--------------------|-----------|
| Kaiser-Meyer-Olkin Measure of Sampling Adequacy. | | 0,931 |
| Bartlett's Test of Sphericity | Approx. Chi-Square | 36313,307 |
| | df | 5995 |
| | Sig. | 0 |

Tabla 1: KMO Y TEST DE ESFERICIDAD DE BARLETT

4.2.b. Elección del número final de componentes

La hipótesis de partida para la elección de los componentes se basa en que, el mayor número de factores a considerar no ha de ser mayor a las 15 zonas climáticas definidas por MARTÍN-VIDE (1992) para Catalunya a partir de criterios termo-pluviométricos, tal como muestra la figura 2.

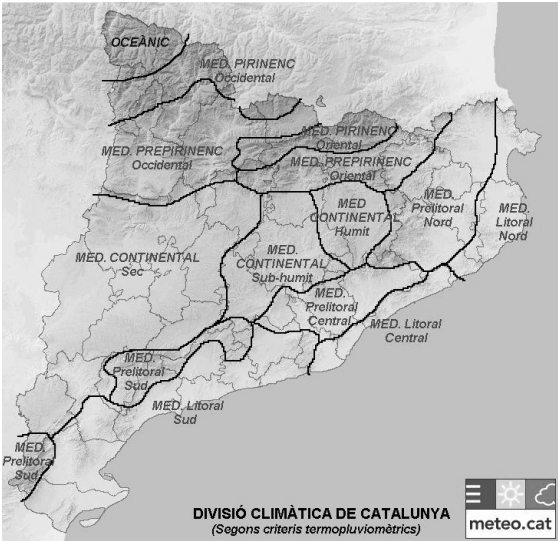


Figura 2: División climática de Catalunya (según criterios termo-pluviométricos)
Fuente: Elaboración del SMC a partir de Martín-Vide (1992)

Se han utilizado dos métodos para la elección de factores, el *Mínimum Average Partial*, MAP (VELLICER, 1976) y el criterio de raíz latente o autovalor (KAISER, 1960).

El primer método propone como criterio las correlaciones parciales entre las variables originales tras haber eliminado de ellas la información reproducida por los factores ya extraídos. El cálculo se ha realizado a partir del programa FACTOR v. 7.00 (LORENZO-SEVA y FERRANDO, 2007), al no contar con este tipo de método los paquetes estadísticos clásicos. El MAP se ha utilizado para fijar el número mínimo de componentes a retener. El resultado ha sido de cinco, que se utilizará como umbral mínimo para la elección final.

El criterio de la raíz latente consiste en retener aquellos factores que posean autovalores mayores a la unidad. Si bien este método es ampliamente utilizado, un número mayor a cincuenta variables analizadas tiende a una sobrestimación de los factores retenidos. Teniendo en cuenta esta consideración, el resultado final ha sido de siete factores que explican el 88,6% del total de la varianza. Este resultado cumple con la premisa de ser mayor del umbral mínimo fijado y menor al de la hipótesis de partida, si bien dista mucho de las 15 zonas climáticas fijadas. De esta manera, dada la poca adecuación a la hipótesis inicial y que el porcentaje de varianza explicada está por debajo del 90%, se ha ensayado una segunda opción que es fijar aquellos factores que posean un autovalor por encima de 0,7. El resultado parece más satisfactorio, siendo 10 los factores retenidos y con un total de la varianza explicada del 91%.

4.2.c. Análisis de la comunalidad

La comunalidad es la proporción de varianza con la que contribuye cada variable a la solución final. Al utilizar dos umbrales para retener factores, autovalores mayores a 1 y a 0,7, tendremos dos matrices diferentes.

Evidentemente, los resultados son mejores para el umbral de 0,7. Las EMA's que tienen una comunalidad superior a 0,9 son un 49% para la retención de factores con autovalor mayor a 1 y de 69% para la segunda opción. Si bajamos el umbral a 0,85, el porcentaje es del 74% para la primera opción y sube hasta el 87% para la segunda.

Destacar la EMA que tiene la comunalidad más baja es Torredembarra con un 0,66 para la primera opción y un 0,76 para la segunda. Por el contrario, las que presentan una mayor comunalidad se sitúan en la plana de Lleida siendo Albesa la que mejor resultado muestra.

4.3. Análisis confirmatorio

Se ha aplicado las rotaciones Varimax y Equamax, con normalización Kaiser ambas integradas en el paquete estadístico SPSS, diferenciando entre las dos opciones utilizadas para la retención de factores a partir del método de la raíz latente. Los resultados aparecen en los siguientes subapartados.

4.3.a. Rotación Varimax

Método de la raíz latente: Autovalores > 1:

La rotación Varimax con una previa retención de los factores que tengan un autovalor mayor que 1, da como resultado, a pesar de los siete componentes que daba la solución inicial, cinco componentes significativos. De este resultado, se pueden sacar dos conclusiones. La primera es que el número de factores se sitúa en el umbral mínimo que había fijado el método de retención de factores MAP; y la segunda confirma que con este tipo de rotación, el método de la raíz

latente sobrestima el número de factores. De otra banda, la alta variabilidad que muestran las cargas factoriales en cada factor (pueden llegar a variar entre 0,5 y 0,9), induce a pensar que dentro de las cinco zonas definidas, existen diferencias contrastadas para rediseñar una nueva clasificación. La tabla 2 estructura los resultados en tres columnas, la primera, el componente, la segunda, la definición del componente y la tercera, las zonas climáticas que aglutina cada componente según la clasificación de Martín-Vide. Por su parte, la figura 3 muestra cartográficamente la zonificación resultante con este método.

| PC | Definición sintética | Zonas climáticas (Martín-Vide, 1992) |
|----|------------------------------------|---|
| +1 | Cuenca del Ebro + Pirineo | Océánico, Med. Pir. Occ., Med. Pir. Or., Med. Prep. Occ., Med. Prep. Or., Med. Cont. Sec, Med. Cont. Sub-Hum, Med. Cont. Hum, |
| +2 | Litoral Sur | Med.Litoral Sur |
| +3 | Litoral Central + Litoral Norte | Med. Lit. Central, Med. Lit Norte, Med. Prelitoral Norte |
| +4 | Prelitoral Central | Med. Prelitoral Central |
| +5 | Prelitoral Sur | Med. Prelitoral Sur, Med. Continental Seco |

Tabla 2: SECTORIZACIÓN TERRITORIAL DE CATALUNYA. ROTACIÓN VARIMAX.
AUTOVALORES > 1

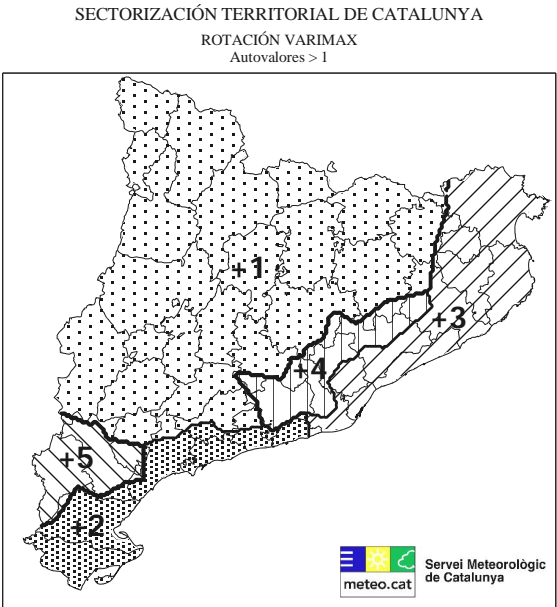


Figura 3: Sectorización territorial de Catalunya. Rotación Varimax. Autovalores > 1

Método de la raíz latente: Autovalores > 0,7:

A pesar de los diez componentes que da la solución inicial, la rotación de los componentes presenta los mismos problemas que nos encontrábamos con la retención de autovalores > 1: la sobrestimación de factores a partir del método de la raíz latente y la elevada variabilidad que muestran las cargas factoriales dentro de cada factor. En este caso siguen siendo cinco los componentes significativos. De todas las maneras, esta clasificación tiene un mayor sentido geográfico, al desaparecer la zona +4 (Prelitoral Central), la cual aparece integrada con la zona definida como Litoral y Prelitoral Central, y aparece una nueva zona, la +3, que sería Litoral y Prelitoral Norte. La tabla 3 y la figura 4 tienen el mismo significado que el subapartado anterior.

| PC | Definición sintética | Zonas climáticas (Martín-Vide, 1992) |
|----|----------------------------|--|
| +1 | Cuenca del Ebro + Pirineo | Oceánico, Med. Pir. Occ., Med. Pir. Or., Med. Prep. Occ., Med. Prep. Or., Med. Cont. Sec, Med. Cont. Sub-Hum, Med. Cont. Hum |
| +2 | Litoral Sur | Med.Litoral Sur |
| +3 | Litoral+Prelitoral Norte | Med. Lit Norte, Med. Prelitoral Norte |
| +4 | Litoral+Prelitoral Central | Med. Litoral Central, Med. Prelitoral Central |
| +5 | Prelitoral Sur | Med. Prelitoral Sur, Med. Continental Seco |

Tabla 3: SECTORIZACIÓN TERRITORIAL DE CATALUNYA. ROTACIÓN VARIMAX. AUTOVALORES > 0,7

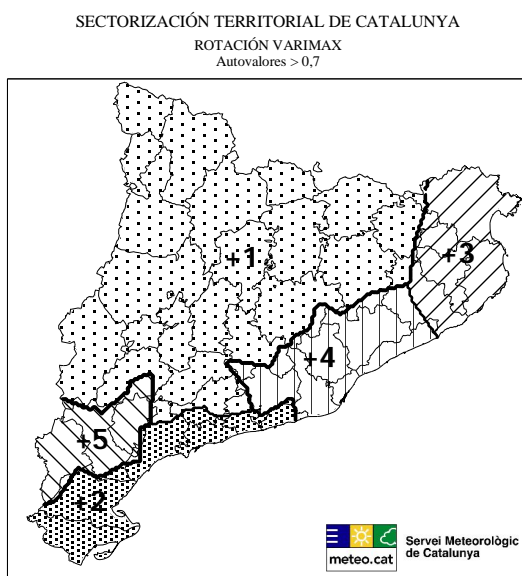


Figura 4: Sectorización territorial de Catalunya. Rotación Varimax. Autovalores > 0,7

4.3.b. Rotación Equamax

La utilización de la rotación Equamax se justifica para intentar dar solución a los dos problemas, sobrestimación y elevada variabilidad de cargas factoriales dentro de cada componente, que han aparecido con la rotación Varimax.

Método de la raíz latente: Autovalores > 1

La solución inicial da como resultado siete componentes y una vez rotados siguen siendo significativos los siete componentes. El problema de sobrestimación, como era de esperar, se ha solucionado y se ha minimizado el de la variabilidad de las cargas factoriales dentro de cada componente, con un rango de variación que sitúa entre 0,75 y 0,9. La tabla 4 sintetiza la información de cada componente, mientras que la figura 5 tiene la misma función, pero de forma cartográfica.

| PC | Definición sintética | Zonas climáticas (Martín-Vide, 1992) |
|----|------------------------------|--|
| +1 | Cuenca del Ebro Norte | Med. Cont. Seco, Med. Prep. Occ |
| +2 | Pirineo + Prepirineo | Océánico, Med. Pir. Occ., Med. Pir. Or., Med. Prep. Occ. |
| +3 | Cuenca del Ebro Sur | Med. Cont. Seco, Med. Prelitoral Sud |
| +4 | Litoral Sur | Med. Litoral Sur |
| +5 | Litoral + Prelitoral Central | Med. Litoral Central, Med. Prelitoral Central |
| +6 | Catalunya Central | Med. Cont. Sub-Hum, Med. Cont. Hum., Med. Prep. Or |
| +7 | Litoral + Prelitoral Norte | Med. Litoral Norte, Med. Prelitoral Norte |

Tabla 4: SECTORIZACIÓN TERRITORIAL DE CATALUNYA. ROTACIÓN EQUAMAX. AUTOVALORES > 1

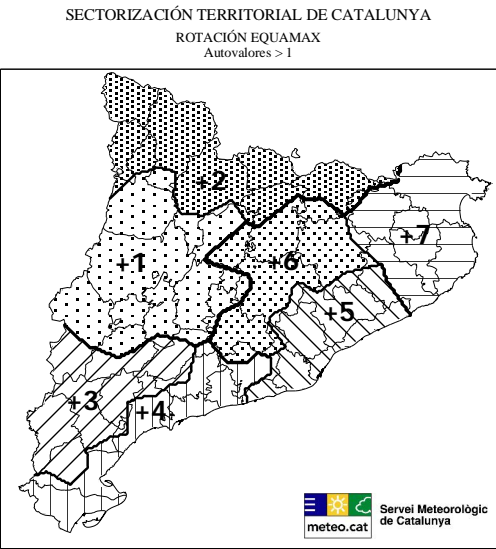


Figura 5: Sectorización territorial de Catalunya. Rotación Equamax. Autovalores > 1
Método de la raíz latente: Autovalores > 0,7

Para acabar, se ha ensayado la rotación Equamax reteniendo aquellos factores con autovalor mayor a 0,7. De los diez factores retenidos, han resultado significativos nueve, por lo que aparece nuevamente el problema de sobrestimación. A pesar de esta consideración, es de la que mejor resultado se ha obtenido. Las nueve zonas climáticas que quedan definidas, y a pesar que el número dista de las propuestas por la clasificación de Martín-Vide (hay que tener en cuenta que el autor citado incluye criterios pluviométricos), explican a rasgos generales la realidad térmica de Catalunya, sin tener en cuenta las particularidades micro-topográficas que no son del abasto de este trabajo.

La Tabla 5 y la Figura 6 sintetizan la información referente a cada factor.

| PC | Definición sintética | Zonas climáticas (Martín-Vide, 1992) |
|----|------------------------------|--|
| +1 | Litoral Sur | Med. Litoral Sur |
| +2 | Cuenca del Ebro Sur | Med. Cont. Seco, Med. Prelitoral Sud |
| +3 | Pirineo | Océánico, Med. Pir. Occ., Med. Pir. Or. |
| +4 | Cuenca del Ebro Norte | Med. Cont. Seco |
| +5 | Litoral + Prelitoral Norte | Med. Litoral Norte, Med. Prelitoral Norte |
| +6 | Prepirineo Oriental | Med. Cont. Hum., Med. Prep. Or |
| +7 | Prepirineo Occidental | Med. Prep. Occ., Med. Prep. Or., Med. Pir. Or. |
| +8 | Litoral + Prelitoral Central | Med. Litoral Central, Med. Prelitoral Central |
| +9 | Catalunya Central | Med. Cont. Sub-Hum. |

Tabla 5: SECTORIZACIÓN TERRITORIAL DE CATALUNYA. ROTACIÓN EQUAMAX.
EIGENVALUES > 0,7

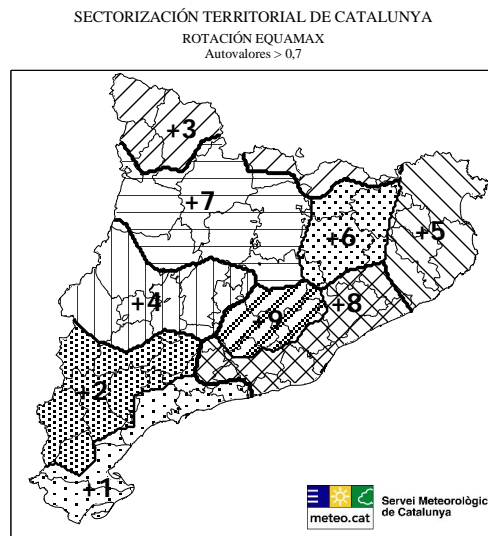


Figura 6: Sectorización territorial de Catalunya. Rotación Equamax. Eigenvalues > 0,7

5. CONCLUSIONES

El interés del estudio estriba en la definición del marco de actuación para el sistema de avisos por calor, realizado por el SMC y para dar cobertura al POCS. El sistema, que cubre los meses de verano, funciona a partir de la salida del modelo MM5, modelo meteorológico mesoescalar que utiliza el SMC. A partir de este modelo, se compara la salida de la temperatura máxima diaria prevista con el percentil 98 típico de cada zona climática, el cual se ha calculado para aquella EMA que presenta mejor correlación con el componente o factor que define la zona resultante del análisis multivariante. La previsión se realiza para un día (Nivel 1: aviso de temperatura máxima extrema en el caso de superación del umbral) y para los tres días siguientes (Nivel 2: aviso de ola de calor, en el caso de superación para tres días consecutivos). Al final de cada campaña, se realiza una comparación de los avisos de calor emitidos con los valores reales medidos por cada una de las estaciones para calibrar los resultados. La tabla 6 muestra el valor de este percentil para cada una de las zonas.

| PC | Definición sintética | EMA | Percentil 98 (°C) |
|----|------------------------------|--------------------------|-------------------|
| +1 | Litoral Sur | l'Aldea | 34,0 |
| +2 | Cuenca del Ebro Sur | Ascó | 37,5 |
| +3 | Pirineo | Vielha e Mijaran | 33,0 |
| +4 | Cuenca del Ebro Norte | Vallfogona de Balaguer | 37,9 |
| +5 | Litoral + Prelitoral Norte | Cabanes | 34,3 |
| +6 | Prepirineo Oriental | Gurb | 35,1 |
| +7 | Prepirineo Occidental | el Pont de Suert | 35,6 |
| +8 | Litoral + Prelitoral Central | Viladecans | 33,5 |
| +9 | Catalunya Central | els Hostalets de Pierola | 36,9 |

Tabla 6: PERCENTIL 98 PARA LAS ZONAS CLIMÁTICAS DE CATALUNYA

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el dentro del marco del proyecto IPIBEX (CGL2005-07664-C02-01, 2006-2008). Nuestro agradecimiento al *Servei Meteorològic de Catalunya* por la cesión de los datos termométricos utilizados y por el estudio de su posible aplicación en su sistema de alerta de riesgos para la salud en la previsión de episodios de calor extremo.

7. REFERENCIAS

- CLEVELAND, W.S. (1979): Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots, *Journal of the American Statistical Association*, 74, pp. 829-836.
- KAISER, H.F. (1958): The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis, *Psychometrika* **23**, 187-200.
- KAISER, H. F. (1960): The application of electronic computers to factor analysis, *Educational and Psychological Measurement*, 20, 141-151.

- LORENZO-SEVA, U., & FERRANDO, P.J. (2006). FACTOR: A computer program to fit the exploratory factor analysis model. *Behavioral Research Methods, Instruments and Computers*, 38(1), 88-91.
- MARTÍN-VIDE, J. (1992): El Clima. *Geografia General dels Països Catalans*. Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- VELICER, W. F. (1976): Determining the number of components from the matrix of partial correlations. *Psychometrika*, 41, 321-327.